

## 小さな世界の、大きな出来事

有馬 寿英

「植物性乳酸菌」「乳酸菌飲料」「プロバイオティクス」といった言葉は新聞広告やTVコマーシャルなどで広く周知され、すでに市民権を得ているのではないだろうか。近年は植物性乳酸菌を用いた食品や飲料が続々と開発され、現在、実に多様な植物性乳酸菌飲料が市販されている。では、植物性乳酸菌とは一体どのような乳酸菌なのか。

いわゆる一般的な乳酸菌は、ミルクを原料とした発酵食品（チーズやヨーグルトなど）に関わる微生物として、牧畜文化などの中で利用され、その関連技術が発達した。しかし、植物質が発酵した多くの発酵物中にも乳酸菌は存在しており、実はその乳酸菌は、日本人の“旧来の朋友”と言えるかもしれない。なぜなら、醤油や味噌、糠漬、清酒、なれ鮓などの発酵食品を通じて、古くから日本人の食生活と切っても切れない関係にあるためである。その植物質の発酵に関わる乳酸菌を、日本では近年、「植物性乳酸菌」と位置づけるようになった<sup>1)</sup>。

そもそも農耕が盛んであった日本や東アジア諸国では、田畑で収穫できる穀類（米、麦類など）、野菜類、果実類を食糧の中心に据えた食文化が定着している。これらの植物質原料を乳酸菌や酵母、カビなどで発酵させておいしく加工し、そして保存可能にする日本の食生活では、植物性乳酸菌の活躍の場は多い。

花や果実などに由来する有用微生物としては、清酒醸造における清酒酵母（総称「花酵母」）が代表例の一つと言える<sup>2)</sup>。花に由来するこの酵母は、高い香气特性と優れた発酵能をもつ。

また花や果実に由来する乳酸菌としては、fructophilic乳酸菌の存在が明らかにされている。このfructophilic乳酸菌は培養の際、グルコースを炭素源とした一般的な培地ではほとんど育たず、フルクトース（果糖）を炭素源にすると良好な生育を示す<sup>3)</sup>。この現象は、花や果実といったフルクトースの豊富な環境下で生き残るために獲得した、一種の生存戦略と考えられている。

チーズ製造などに使われる *Lactococcus lactis* は乳酸菌を代表する種であり、いくつかの菌株（IL1403株、MG1363株、SK11株など）の全ゲノム情報が公開され

ているが<sup>4)</sup>、植物質原料から分離された *L. lactis* の2菌株（KF147株、KF282株）のゲノム情報と表現型の解析も2008年に Siezenらによって報告され<sup>4)</sup>、そのなかで前出のチーズ製造で用いられている2菌株（IL1403株、SK11株）との比較が行われた。興味深いことに、五炭糖（ペントース）である L-arabinose や D-xylose、二糖類である sucrose を炭素源に用いた場合、チーズ製造由来株は生育できず、植物質原料由来株のみ生育できた。L-arabinose や D-xylose は植物の構成成分に由来し、sucrose は花や果実に含まれる成分であるため、これらを利用できるのは、まさに植物質原料由来株の環境適応の結果と考えられる。Arabinose や xylose, sucrose の利用や代謝に関わる遺伝子クラスターが植物質原料由来株にのみ存在することがゲノム情報からも推測されており、表現型と遺伝子型の一致が認められているほか、おそらくその生育に必要な栄養素を得るためのいくつかの遺伝子群（ABC-type iron-siderophore transporter 関連、high-affinity potassium-transporting ATPase 関連など）が植物質原料由来株にのみ存在することも示されている。2010年には植物質原料から分離された *L. lactis* KF147株の全ゲノム情報が公開されたため<sup>5)</sup>、今後ますます研究が進展するに違いない。

野山に咲く四季折々の花、田畑の植物、台所の糠床など、植物性乳酸菌の営みは、本当に小さな世界で繰り返されている。しかし彼らは、その環境下で生きるため、適応を日々試み、最適の生存戦略を選択することで子孫をつないできたのではないだろうか。ほら、あなたの足下に咲く小さな花の中で、微生物は今日も知恵をめぐらせているかもしれませんよ……。

- 1) 日本乳酸菌学会編: 乳酸菌とビフィズス菌のサイエンス, 京都大学学術出版会 (2010).
- 2) <http://www.hanakoubo.jp/>
- 3) Endo, A. *et al.*: *Syst. Appl. Microbiol.*, **32**, 593 (2009).
- 4) Siezen, R. J. *et al.*: *Appl. Environ. Microbiol.*, **74**, 424 (2008).
- 5) Siezen, R. J. *et al.*: *J. Bacteriol.*, **192**, 2649 (2010).